

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-168391

(43)Date of publication of application : 13.06.2003

(51)Int.Cl.

H01J 61/88

H01J 61/12

H01J 61/16

H01J 61/34

(21)Application number : 2002-243489

(71)Applicant : KOITO MFG CO LTD

(22)Date of filing : 23.08.2002

(72)Inventor : TAKAGAKI MICHIO  
SHITO MASAYA  
IRISAWA SHINICHI  
FUKUSHIRO TAKASHI

(30)Priority

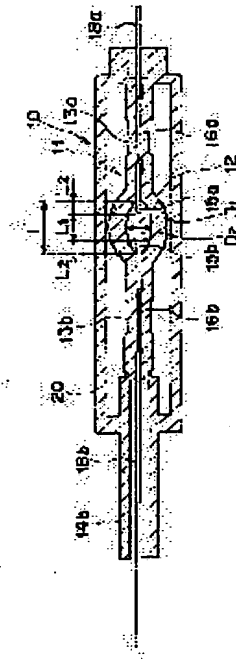
Priority number : 2001286252 Priority date : 20.09.2001 Priority country : JP

## (54) MERCURY-FREE ARC TUBE FOR DISCHARGE LAMP DEVICE

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a mercury-free arc tube for a discharge lamp device having a characteristic substantially similar to that of a conventional arc tube.

**SOLUTION:** In the mercury-free arc tube wherein no mercury is contained, metal halides for main light-emitting (NaI and ScI<sub>3</sub>) and a rare gas are sealed into a closed glass bulb 12 having electrodes 15a and 15b oppositely arranged. The seal pressure of the rare gas is set at 8 to 20 atmospheres, and if necessary, the predetermined metal halides for cushioning are sealed into the closed glass bulb 12. The higher seal pressure (8 to 20 atmospheres) than the conventional pressure (6 atmospheres) in the rare gas makes the temperature inside the glass bulb 12 higher when lighted (discharge), causing the vapor pressure of the metal halides and the rare gas to be high and the tube voltage to increase. The high temperature inside the glass bulb 12 increases the vapor pressure of the metal halides for main light-emitting, thus increases light flux. By adjusting the total weight of the metal halides, ratio and the sealing pressure of the rare gas and/or by inserting the metal halides for cushioning, deterioration of emitting quantity and flux in a visible light region are compensated, therefore substantially the same characteristic as of the conventional arc tube containing mercury is obtained.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2003-168391  
(P2003-168391A)

(43)公開日 平成15年6月13日(2003.6.13)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームト <sup>*</sup> (参考)
H 0 1 J 61/88		H 0 1 J 61/88	C 5 C 0 1 5
61/12		61/12	B 5 C 0 3 9
61/16		61/16	B 5 C 0 4 3
61/34		61/34	C

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願2002-243489(P2002-243489)  
(22)出願日 平成14年8月23日(2002.8.23)  
(31)優先権主張番号 特願2001-286252(P2001-286252)  
(32)優先日 平成13年9月20日(2001.9.20)  
(33)優先権主張国 日本(J P)

(71)出願人 000001133  
株式会社小糸製作所  
東京都港区高輪4丁目8番3号  
(72)発明者 高垣 倫夫  
静岡県清水市北脇500番地 株式会社小糸  
製作所静岡工場内  
(72)発明者 志藤 雅也  
静岡県清水市北脇500番地 株式会社小糸  
製作所静岡工場内  
(74)代理人 100087826  
弁理士 八木 秀人

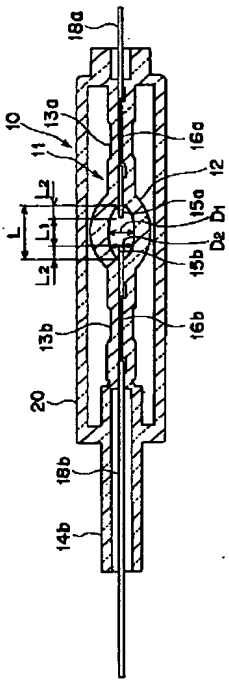
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 放電ランプ装置用水銀フリーアークチューブ

(57)【要約】

【課題】 従来のアークチューブの諸特性に近い特性が得られる放電ランプ装置用水銀フリーアークチューブを提供する。

【解決手段】 電極15a, 15bを対設した密閉ガラス球12内に主発光用金属ハロゲン化物(NaIおよびScI<sub>3</sub>)と希ガスを封入した、水銀を含まない水銀フリーアークチューブで、希ガスの封入圧を8〜20気圧に設定し、必要ならば、所定の緩衝用金属ハロゲン化物も密閉ガラス球12に封入する。希ガスの封入圧が従来(6気圧)より高い(8〜20気圧)ので、点灯(放電)時のガラス球12内が高温となり、金属ハロゲン化物および希ガスの蒸気圧が高まり、管電圧が上昇する。ガラス球12内の高温化により主発光用金属ハロゲン化物の蒸気圧が高まり、光束が上昇する。主発光用金属ハロゲン化物の総量、比率、希ガス封入圧を調整することで、または/および緩衝用金属ハロゲン化物を封入することで可視光域における(白色)発光量の低下や光束の低下を補って、従来の水銀入りアークチューブにおける諸特性とほぼ同じ特性が得られる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 両端のピンチシール部に挟まれた密閉ガラス球内に電極が対設され、主発光用金属ハロゲン化物および始動用希ガスが封入された、水銀を含まない放電ランプ装置用水銀フリーアークチューブであって、前記始動用希ガスの封入圧が8〜20気圧に設定されたことを特徴とする放電ランプ装置用水銀フリーアークチューブ。

【請求項2】 前記密閉ガラス球には、緩衝用金属ハロゲン化物が封入されたことを特徴とする請求項1に記載の放電ランプ装置用水銀フリーアークチューブ。

【請求項3】 前記密閉ガラス球の電極間中央部位置における内径D1 (mm) に対する電極先端部位置における内径D2 (mm) の比 (D2/D1) が0.5〜1.1、望ましくは0.6〜1.0に設定されたことを特徴とする請求項1または2に記載の放電ランプ装置用水銀フリーアークチューブ。

【請求項4】 前記密閉ガラス球の最大内径が2.0〜3.5 mm、前記電極間距離が4.0〜4.4 mm、前記密閉ガラス球内への電極突出長さが1.0〜2.0 mm、主発光用金属ハロゲン化物の封入量が0.1〜0.6 mgであることを特徴とする請求項1〜3のいずれかに記載の放電ランプ装置用水銀フリーアークチューブ。

【請求項5】 前記アークチューブには、円筒型シュラウドガラスが溶着一体化されて前記密閉ガラス球を包囲する密閉空間が画成され、前記密閉空間には、1気圧以下の不活性ガスが封入されたことを特徴とする請求項1〜4のいずれかに記載の放電ランプ装置用水銀フリーアークチューブ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、両端のピンチシール部に挟まれた密閉ガラス球内に電極が対設された放電ランプ装置用水銀フリーアークチューブに係わり、特に密閉ガラス球内に主発光用金属ハロゲン化物および始動用希ガスを封入した水銀を含まない放電ランプ装置用水銀フリーアークチューブに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 図4は、自動車用灯具の光源として用いられる従来の放電ランプ装置である放電バルブを示す。放電バルブは、合成樹脂製の絶縁プラグ本体1に、発光部である密閉ガラス球2aをもつアークチューブ2が一体化された構造で、絶縁プラグ本体1に固定された金属製支持部材8にアークチューブ2の後端部が把持され、絶縁プラグ本体1から延出する通電路でもある金属製のリードサポート9にアークチューブ2の前端部が支持されている。

【0003】 アークチューブ2は、両端のピンチシール部2b、2bに挟まれ、電極3、3が対設された密閉ガラス球2a内に、主発光用金属ハロゲン化物、緩衝用水

銀および始動用希ガスが封入された構造で、電極3、3間の放電により生成されるアークによって発光し、白熱バルブに比べると大きな発光量が得られ、かつ寿命も長いなどの利点をもつ。このため、最近ではヘッドランプやフォグランプ用の光源として、この放電バルブが用いられる傾向にある。

【0004】 符号4は、ピンチシール部2bから導出するリード線、符号5は、タングステン製電極3とリード線4を接続するモリブデン箔である。また、アークチューブ2には、紫外線遮蔽用のシュラウドガラス6が溶着一体化されて、密閉ガラス球2aがシュラウドガラス6で画成された密閉空間に包囲された構造で、アークチューブ2の出射光から人体に有害な波長域の紫外線がカットされるとともに、密閉ガラス球2aが高温に保持されるようになっている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 従来の密閉ガラス球2a内には水銀が封入されているが、水銀は環境有害物質であり、地球上の環境汚染原因をできるだけ減らそうとする社会的ニーズに対して、この環境有害物質である水銀を含まない水銀フリーアークチューブを開発することが望ましい。

【0006】 そして、水銀を含まない水銀フリーアークチューブの研究・開発過程で、次のようなことがわかった。

【0007】 水銀は、所定の管電圧を維持し、電極への電子の衝突量を減少させて電極の損傷を緩和する主に緩衝用物質として作用し、併せて、白色を出す発光物質としても作用する。このため、密閉ガラス球内への封入物から水銀を除くと、アークチューブとしての特性上、以下に示すような変化(問題)が生じた。

【0008】 第1に、管電圧が下がる。即ち、放電に必要な管電力が得られないため、管電力を上げるべく管電流を増加させる必要があり、電極の負荷が増し、発光効率が低下する。また、管電流の増加によりバラストの発熱量が増加して、システム効率が低下する。

【0009】 第2に、光束の立ち上がりが遅くなる。即ち、蒸気圧の高い水銀がなくなるため、点灯(放電)初期に十分な発光量が得られない。

【0010】 第3に、可視光域における水銀の発光がない分、光束が低下する。

【0011】 第4に、従来の水銀入りアークチューブに比べて、発光色が異なる(赤っぽくなる)。

【0012】 第5に、電極間の放電で発生するアークの曲がりが大きくなって、それだけ配光制御が難しくなる。

【0013】 また、密閉ガラス球内に主発光用金属ハロゲン化物(NaIおよびScI<sub>3</sub>)と希ガスを封入した水銀フリーアークチューブの分光特性は、図5の実線のようになった。これを、従来の水銀入りアークチューブ

の分光特性と比較すると、全体としてはほぼ同じような特性を示すが、特に435nmおよび546nm付近の波長域での光の強度が図5の破線で示す分だけ足りない（ピークが低い）ことがわかった。

【0014】そこで、水銀に代わって緩衝作用を営み、かつ分光特性における435nmおよび546nm付近での波長域の光の強度を上昇させるに有効な金属ハロゲン化物を選択して封入し、しかも、できるだけ従来の水銀入りアークチューブの形状寸法を代えないで、密閉ガラス球に封入する希ガスの封入圧や主発光用金属ハロゲン化物の封入量や比率を調整することで、従来の水銀入りアークチューブの諸特性に近い特性が得られないかと実験を重ねた結果、改善できることが確かめられたので、特願2001-286252号として提案（出願）した。

【0015】その後、さらに発明者らが実験を重ねた結果、密閉ガラス球に緩衝用金属ハロゲン化物を封入しなくても、密閉ガラス球に封入する主発光用ハロゲン化合物の総量や比率や始動用希ガスの封入圧を調整することで、従来の水銀入りアークチューブの諸特性に近い特性が得られることが確かめられたので、この度、特願2001-286252号に基づく国内優先権を主張した提案（出願）をするに至ったものである。

【0016】本発明は、前記従来技術の問題点および発明者の前記した知見に基づいてなされたもので、その目的は、従来のアークチューブの諸特性に近い特性が得られる放電ランプ装置用水銀フリーアークチューブを提供することにある。

【0017】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するために、請求項1に係る放電ランプ装置用水銀フリーアークチューブにおいては、両端のピンチシール部に挟まれた密閉ガラス球内に電極が対設され、主発光用金属ハロゲン化物が封入された、水銀を含まない放電ランプ装置用水銀フリーアークチューブであって、前記始動用希ガスの封入圧を8～20気圧の範囲に設定するように構成したものである。

【0018】また、密閉ガラス球内には、請求項2に示すように、主発光用金属ハロゲン化物および始動用希ガスとともに緩衝用金属ハロゲン化物を封入するように構成してもよい。

【0019】（作用）主発光用金属ハロゲン化物および始動用希ガスとしては、従来と同様、前者はナトリウム-スカンジウム系ハロゲン化物、例えばNaIおよびScI<sub>3</sub>、そして後者は、Xeである。

【0020】また、水銀に代わる緩衝用金属ハロゲン化物としては、Al, Bi, Cr, Cs, Fe, Ga, In, Mg, Ni, Nd, Sb, Sn, Tb, Tl, Ti, Li, Znのハロゲン化物から選ばれた一種以上であり、これらの緩衝用金属ハロゲン化物を密閉ガラス球

内に封入することで、水銀を封入しないことによる管電圧の大幅な低下が抑制される。

【0021】特に、始動用希ガスの封入圧を従来のアークチューブにおける封入圧（3～6気圧）よりも高い圧力（8～20気圧）にすることで、放電時に電極から放出された電子が希ガス分子と衝突する割合が増え、点灯（放電）時の密閉ガラス球内が高温化され、主発光用金属ハロゲン化物（請求項2では、主発光用金属ハロゲン化物および緩衝用金属ハロゲン化物）の蒸気圧が高められて、管電圧が上昇する。したがって、管電流を大幅に増加させる必要がなく、管電流の増加による電極の負荷が大幅に増えることもなく、発光効率が大きく低下するおそれもないし、管電流の増加によるバラストの発熱量の増加も少なく、システム効率が大幅に低下することもない。即ち、前記した第1の問題（管電圧低下）の解消に寄与する。

【0022】また、Al, Bi, Cr, Cs, Fe, Ga, In, Mg, Ni, Nd, Sb, Sn, Tb, Tl, Ti, Li, Znのハロゲン化物の中から、水銀の発光色に近い発光色を出す一種以上の金属ハロゲン化物を選択して密閉ガラス球内に封入することで、可視光域における（白色）発光量の低下や光束の低下が補われる。特に、始動用希ガスの封入圧が高い（8～20気圧）ので、前記したように点灯（放電）時の密閉ガラス球内が高温化され、緩衝用金属ハロゲン化物の蒸気圧が高められて、435nmおよび／または546nm付近の波長域の光の強さが高められ、従来のアークチューブにおける発光色とほぼ同じ白色でほぼ同量の発光量が得られる。

【0023】また、請求項1のように、緩衝用金属ハロゲン化物を封入しない場合であっても、封入量や比率が調整された主発光用金属ハロゲン化物の蒸気圧が高められて、各波長域の光の強さが高められ、従来のアークチューブにおける発光色とほぼ同じ白色でほぼ同量の発光量が得られる。

【0024】即ち、前記した第3、第4の問題（光束の低下と発光色）の解消に寄与する。

【0025】また、始動用希ガスの封入圧が高いため、前記したように点灯（放電）時の密閉ガラス球内が高温化され、主発光用金属ハロゲン化物（ナトリウム-スカンジウム系ハロゲン化物、例えばNaIおよびScI<sub>3</sub>）の蒸気圧が高められて、光束が上昇する。即ち、前記した第3の問題（光束の低下）の解消に寄与する。

【0026】また、希ガスの封入圧が高いと、始動時の直流抵抗成分（インピーダンス）が増えるため、消費電力が増え、点灯（放電）時の密閉ガラス球の温度が速やかに上昇する。即ち、前記した第2の問題（光束の立ち上がり）の解消に寄与する。

【0027】また、密閉ガラス球内のアークの中心温度が上昇し、アークの中心輝度が上昇する。即ち、前記し

た第3の問題（光束の低下）の解消に寄与する。

【0028】請求項3においては、請求項1または2に記載の放電ランプ装置用水銀フリーアークチューブにおいて、前記密閉ガラス球の電極間中央部位置における内径D1（mm）に対する電極先端部位置における内径D2（mm）の比（D2/D1）を0.5～1.1、望ましくは0.6～1.0に設定するようにしたものである。

【0029】（作用）発明者の実験によれば、密閉ガラス球の電極間中央部位置における内径D1（mm）に対する電極先端部位置における内径D2（mm）の比（D2/D1）は、図2に示すように、アークの形状、放電の安定性、密閉ガラス球における失透現象および再点弧電圧に影響することが確認された。そして、アークの形状の適正化（アークの直線性）のためには、D2/D1が0.4～1.1の範囲にあること、放電の安定性（ちらつきのない安定した放電）のためには、D2/D1が0.5～1.2の範囲にあること、密閉ガラス球の失透現象の回避のためには、D2/D1が0.5以上であること、再点弧電圧の適正化のためには、D2/D1が0.5以上であることが望ましいことが確認された。したがって、適正なアーク形状、放電の安定性、失透現象回避および適正再点弧電圧の全てを満足するには、D2/D1が0.5～1.1の範囲にあること、望ましくは0.6～1.0の範囲にあることが好ましい。

【0030】請求項4においては、請求項1～3のいずれかに記載の放電ランプ装置用水銀フリーアークチューブにおいて、前記密閉ガラス球の最大内径を2.0～3.5mm、前記電極間距離を4.0～4.4mm、前記密閉ガラス球内への電極突出長さを1.0～2.0mm、主発光用金属ハロゲン化物の封入量を0.1～0.6mgの範囲に設定するように構成した。

【0031】（作用）電極間距離を、従来と同様、ECE基準を満足する4.0～4.4mmに設定し、密閉ガラス球内への電極突出長さを、従来の突出長さ（1.8～2.0mm）より幾分小さい1.0～2.0mmの寸法に設定して、密閉ガラス球内部の軸方向長さが従来の密閉ガラス球内部の軸方向長さ以下に形成されていることに加えて、密閉ガラス球の最大内径を従来の密閉ガラス球の最大内径よりも幾分小さい2.0～3.5mmの範囲としたので、密閉ガラス球の容積が小さくなる分、密閉ガラス球内の主発光用金属ハロゲン化物の蒸気圧が高められて、光束が上昇する。また、密閉ガラス球の容積が小さくなる分、その熱容量が小さくなって、始動時に密閉ガラス球内の温度が速やかに上昇する。即ち、第2の問題（光束の立ち上がり）の解消に寄与する。なお、主発光用金属ハロゲン化物の封入量は、従来の水銀入りアークチューブにおける封入量0.2～0.4mgよりも上限および下限の拡大された0.1～0.6mgの範囲が望ましい。

【0032】さらに、密閉ガラス球内部が半径方向に狭められて、アークが生成される電極間領域を取り囲む密閉ガラス球内周面の曲率が小さくなり、それだけアーク曲がり小さくアーク径も細くなって、アークの配光制御が容易となる。即ち、第5の問題（アークの曲がり）の解消に寄与する。

【0033】また、ECE基準を満足する4.0～4.4mmの電極間距離に対し、密閉ガラス球内への電極突出長さは、従来の突出長さ（1.8～2.0mm）より幾分小さい1.0～2.0mmに設定されて、主発光用金属ハロゲン化物（NaI, ScI<sub>3</sub>）の電極根元への凝縮を回避し、これにより所定の色度を得る。即ち、第4の問題（発光色）の解消に寄与する。

【0034】このように、従来の水銀入りアークチューブに近い形状寸法で諸特性も略同じ水銀フリーアークチューブを製造することができる。

【0035】請求項5においては、請求項1～4のいずれかに記載の放電ランプ装置用水銀フリーアークチューブにおいて、前記アークチューブに円筒型シュラウドガラスを溶着一体化して前記密閉ガラス球を包囲する密閉空間を画成し、前記密閉空間に1気圧以下の不活性ガスを封入するように構成した。

【0036】（作用）密閉ガラス球を包囲する密閉空間に封入された不活性ガスの分子密度が低い分、密閉空間を介しての密閉ガラス球とシュラウドガラス間における熱伝達が抑制され、それだけ密閉ガラス球内の熱が外部に逃げにくく、密閉ガラス球内が高温に保持される。したがって、密閉ガラス球内の主発光用金属ハロゲン化物、緩衝用金属ハロゲン化物および希ガスの蒸気圧が高められて、管電圧が上昇し、第1の問題（管電圧の低下）を改善する。また、密閉ガラス球内の主発光用金属ハロゲン化物の蒸気圧が高められて、光束が上昇し、第3の問題（光束の低下）を改善する。さらに、点灯（放電）開始当初は、密閉ガラス球内の温度を速やかに上昇させて、主発光用金属ハロゲン化物の蒸気圧を高めるべく作用する。即ち、前記した第2の問題（光束の立ち上がり）を改善する。

【0037】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施の形態を実施例に基づいて説明する。

【0038】図1は本発明の第1の実施例を示し、放電ランプ装置用水銀フリーアークチューブの縦断面図である。

【0039】この図において、アークチューブ10は、電極15a、15bの対設された密閉ガラス球12をもつアークチューブ本体11に、円筒型の紫外線遮蔽用シュラウドガラス20が溶着（封着）一体化されて、密閉ガラス球12を紫外線遮蔽用シュラウドガラス20が包囲密封した構造となっている。

【0040】アークチューブ本体11は、円パイプ形状

の石英ガラス管から加工されて、長手方向所定位置に横断面矩形状のピンチシール部13a、13bで挟まれた回転楕円体形状の密閉ガラス球12が形成された構造で、ピンチシール部13a、13bには、矩形状のモリブデン箔16a、16bが封着されており、このモリブデン箔16a、16bの一方の側には、密閉ガラス球12内に対設されたタングステン電極15a、15bが、他方の側には、アークチューブ本体11外に導出するリード線18a、18bがそれぞれ接続されている。

【0041】また、アークチューブ本体11には、密閉ガラス球12より口径の大きい円筒型の紫外線遮蔽用シュラウドガラス20が溶着一体化されて、アークチューブ本体11のピンチシール部13a、13bから密閉ガラス球12に至る領域が紫外線遮蔽用シュラウドガラス20で包囲密封されるとともに、アークチューブ本体11の非ピンチシール部である円パイプ形状の後方延出部14bがシュラウドガラス20の後方に突出している。シュラウドガラス20は、 $TiO_2$ 、 $CeO_2$ 等をドープした紫外線遮光作用のある石英ガラスで構成されており、放電部である密閉ガラス球12における発光から人体に有害となる所定波長域の紫外線を確実にカットするようになっている。

【0042】ガラス球12内には、始動用希ガス、主発光用金属ハロゲン化物および従来の緩衝用物質である水銀に代わる緩衝用金属ハロゲン化物が封入され、始動用希ガス(Xe)の封入圧が8~20気圧とされて、従来の水銀入りアークチューブの諸特性とほぼ同等の特性を示す水銀フリーアークチューブが構成されている。

【0043】即ち、主発光用金属ハロゲン化物は、 $NaI$ および $SrCl_2$ で、主に発光に寄与する物質であり、緩衝用金属ハロゲン化物は、 $Al$ 、 $Bi$ 、 $Cr$ 、 $Cs$ 、 $Fe$ 、 $Ga$ 、 $In$ 、 $Mg$ 、 $Ni$ 、 $Nd$ 、 $Sb$ 、 $Sn$ 、 $Tb$ 、 $Tl$ 、 $Ti$ 、 $Li$ 、 $Zn$ のハロゲン化物から選ばれた一種以上の金属ハロゲン化物で、従来のアークチューブに封入されていた水銀に代わり管電圧の大幅な低下を抑制する緩衝物質として作用するとともに、水銀に変わる発光物質としても作用する。

【0044】さらに、この水銀フリーアークチューブの具体的な構成を説明する。なお、説明の中で、従来の〜とあるのは、従来の水銀入りアークチューブの場合を示す。

【0045】密閉ガラス球12の電極間中央部位置における内径D1は、従来の大きさより比較的小さい2.0~3.5mmの範囲、電極間距離L1は従来と同様の4.0~4.4mm、密閉ガラス球12内への電極突出長さL2は1.0~2.0mmの範囲(従来では、1.8~2.0mm)、密閉ガラス球12の電極間中央部位置における内径D1に対する電極先端部位置における内径D2の比D2/D1は0.5~1.1の範囲、主発光用金属ハロゲン化物の封入量は0.1~0.6mgの範

囲(従来では、0.2~0.4mg)、緩衝用金属ハロゲン化物の封入量は $3 \times 10^{-4} \sim 2 \times 10^{-2} \text{ mg}/\mu\text{l}$ が望ましく、図に示す実施例におけるアークチューブは、その形状寸法が従来の水銀入りアークチューブと全く同一か、あるいは電極間中央部位置における内径D1が従来の大きさ以下のスリムな密閉ガラス球12をもつように構成されている。また、シュラウドガラス20内には、1気圧以下(従来では0.5気圧)の不活性ガスが封入されて、放電部である密閉ガラス球12からの熱の輻射に対する断熱作用を営むように設計されている。

【0046】そして、密閉ガラス球12内に封入されている緩衝用金属ハロゲン化物は、水銀を封入しないことによる管電圧の大幅な低下を抑制する。特に、始動用希ガスの封入圧が従来のアークチューブにおける封入圧(6気圧)よりも高い圧力(8~20気圧)であるため、放電時に電極15a、15bから放出された電子が希ガス分子と衝突する割合が増え、点灯(放電)時の密閉ガラス球12内が高温となり、主発光用金属ハロゲン化物および緩衝用金属ハロゲン化物の蒸気圧が高められて、管電圧が上昇し、従来の水銀入りアークチューブとほぼ同等な管電圧が得られる。

【0047】また、これらの緩衝用金属ハロゲン化物は、水銀の発光色に近い発光色を出し、水銀を含まないことによる可視光域における(白色)発光量の低下や光束の低下を補うように作用する。特に、希ガスの封入圧が高い(8~20気圧)ため、前記したように、点灯(放電)時の密閉ガラス球12内が高温となり、緩衝用金属ハロゲン化物の蒸気圧が高められて、従来の水銀入りアークチューブにおける発光色とほぼ同じ白色(色度)が得られる。

【0048】即ち、緩衝用金属ハロゲン化物を封入しない水銀フリーアークチューブの分光特性は、図5の実線に示すような曲線となり、従来の水銀入りアークチューブの分光特性と比べて、435nmおよび546nm付近の波長域の光の強度が足りないが、密閉ガラス球12に緩衝用金属ハロゲン化物が封入され、かつその蒸気圧が高められることで、435nmおよび/または546nm付近の波長域の光の強度が上昇して、従来の水銀入りアークチューブの分光特性の各波長域の光の強度(図5破線参照)に近づいたものとなって、従来の水銀入りアークチューブにおける発光色とほぼ同じ白色(色度)が得られる。

【0049】そして、前記したように、管電圧を改善しかつ色度を改善する等の上で有効な緩衝用金属ハロゲン化物の封入量は、 $3 \times 10^{-4} \sim 2 \times 10^{-2} \text{ mg}/\mu\text{l}$ の範囲が望ましい。

【0050】また、始動用希ガスの封入圧が高い(8~20気圧)ため、前記したように点灯(放電)時の密閉ガラス球12内が高温となり、主発光用金属ハロゲン化

物 (NaI および  $\text{ScI}_3$ ) の蒸気圧が高められて、光束が上昇する。

【0051】また、希ガスの封入圧が高い (8~20 気圧) ため、始動時の直流抵抗成分 (インピーダンス) が増えて消費電力が増え、点灯 (放電) 時の密閉ガラス球 12 の温度が速やかに上昇し、光束の立ち上がりが良好となる。即ち、放電開始後、短時間で所定の光束が得られる。

【0052】また、密閉ガラス球 12 内が高温となれば、アークの中心温度が上昇してアークの中心輝度が上昇し、光束が上昇する。

【0053】また、密閉ガラス球 12 の内部の軸方向長さ L が従来の密閉ガラス球の場合と同一かまたはそれ以下で、しかも密閉ガラス球 12 の電極間中央部位置における内径 D1 を従来の密閉ガラス球の最大内径以下に形成したので、密閉ガラス球 12 の容積が小さくなる分、密閉ガラス球 12 内の主発光用金属ハロゲン化物の蒸気圧が高められて、光束が上昇する。また、密閉ガラス球 12 の容積が小さくなる分、その熱容量が小さくなって、始動時に密閉ガラス球 12 内の温度が速やかに上昇する。そして、密閉ガラス球 12 への主発光用金属ハロゲン化物の封入量は、従来の 0.2~0.4 mg に比べて上限および下限が拡大された 0.1~0.6 mg の範囲が有効である。

【0054】さらに、密閉ガラス球 12 内部が半径方向に狭められて、アークが生成される電極間領域を取り囲む密閉ガラス球 12 内周面の曲率が小さくなり、それだけアーク曲がり小さくアーク径も細くなって、アークの配光制御が容易となる。

【0055】また、電極間距離 L1 は、従来と同様、ECE 基準を満足する 4.0~4.4 mm に設定されているが、密閉ガラス球 12 内への電極の突出長さ L2 を、従来の突出長さ (1.8~2.0 mm) より幾分小さい寸法 (1.0~2.0 mm) にすることで、主発光用金属ハロゲン化物 (NaI,  $\text{ScI}_3$ ) の電極根元への凝縮が回避されて、ECE 基準範囲内の適正な色度を確実に得ることができる。

【0056】また、シュラウドガラス 20 で画成されて密閉ガラス球 12 を包囲する密閉空間の不活性ガスは、1 気圧以下 (実施例では、従来と同じ 0.5 気圧) で、その分子密度が低い分、密閉空間 (不活性ガス層) を介して密閉ガラス球 12 側の熱がシュラウドガラス外に逃げにくく、密閉ガラス球 12 内が高温に保持される。

【0057】このため、点灯 (放電) 時の密閉ガラス球 12 内の主発光用金属ハロゲン化物、緩衝用金属ハロゲン化物および希ガスの蒸気圧が高められて、管電圧、光束、光束の立ち上がり、色度等がより改善されて、従来の水銀入りアークチューブの諸特性に近い特性を持つ水銀フリーアークチューブが得られる。

【0058】また、本実施例では、密閉ガラス球 12 の

電極間中央部位置における内径 D1 に対する電極先端部位置における内径 D2 の比 ( $D2/D1$ ) が、前記したように 0.5~1.1 の範囲に設定されて、適正なアーク形状、放電の安定性、密閉ガラス球の失透回避および適正再点弧電圧を満足するようになっている。

【0059】すなわち、図 2 は、密閉ガラス球 12 の内径比  $D2/D1$  とアークの形状、放電の安定性、密閉ガラス球における失透現象および再点弧電圧との関係を示す図で、第 1 の実施例における水銀フリーアークチューブと、後述する第 2 の実施例における水銀フリーアークチューブについての実験結果で、図中、○△× は左欄に記載のそれぞれの特性について、満足、ほぼ満足、不十分であることを示す。なお、この実験に用いた第 1 の実施例のアークチューブ (の密閉ガラス球 12) には、主発光用金属ハロゲン化物である NaI および  $\text{ScI}_3$  (NaI :  $\text{ScI}_3 = 70 : 30$  重量%) が 0.3 mg と、緩衝用金属ハロゲン化物である  $\text{ZnI}_2$  が 0.05 mg と、Xe ガス (封入圧 10 気圧) が封入されている。

【0060】この図 2 に示すように、密閉ガラス球の内径の比  $D2/D1$  は、アークの形状、放電の安定性、密閉ガラス球における失透現象および再点弧電圧に影響する。そしてアークの形状については、 $D2/D1$  が 0.4 未満ではアークの曲がり大きき、1.2 以上ではアークの長手方向中央部が内側にへこみ、いずれの場合もアークの直線性が損なわれて配光の制御が難しくなる。このため、 $D2/D1$  は 0.4~1.1 (望ましくは 0.5~1.0) が好ましい。

【0061】また、放電の安定性については、 $D2/D1$  が 0.4 以下では管壁が電極に近いので電極温度が十分に上がらず、電極からの電子の放出が低下して、アークがちらつく。一方、 $D2/D1$  が 1.2 を越えると、アークの長手方向中央部が管壁と接触してアークがちらつく。このため、 $D2/D1$  は 0.5~1.2 (望ましくは 0.6~1.0) が好ましい。

【0062】また、密閉ガラス球の失透現象については、 $D2/D1$  が 0.4 以下では、Sc がガラスと反応して管壁が白化し、光の透過性が低下する。このため、 $D2/D1$  は 0.5 以上 (望ましくは 0.6 以上) が好ましい。

【0063】また、再点弧電圧については、 $D2/D1$  が 0.4 以下では、管壁が電極に近いので、極性が切り替わる時に電極の温度が低下するので、再点弧電圧が上昇し、アークがちらつく。このため、 $D2/D1$  は 0.5 以上 (望ましくは 0.6 以上) が好ましい。

【0064】そして、本実施例では、適正なアーク形状、放電の安定性、密閉ガラス球の失透回避および適正再点弧電圧の全てを満足するべく、 $D2/D1$  が 0.5~1.1 の範囲に設定されている。

【0065】また、図 2 の実験に用いた第 1 の実施例の

水銀フリーアークチューブでは、管電圧42V、光束3200ルーメン、色度 $x0.385$ 、色度 $y0.390$ という、従来の水銀入りアークチューブに近い諸特性（管電圧、光束、色度）が得られた。

【0066】図3は、本発明の第2の実施例である放電ランプ装置用水銀フリーアークチューブの縦断面図で、外形上の構造は前記第1の実施例のアークチューブと全く同一である。

【0067】前記した第1の実施例のアークチューブでは、密閉ガラス球12内に主発光用金属ハロゲン化物、緩衝用金属ハロゲン化物および始動用希ガスが封入されているが、密閉ガラス球12内に緩衝用金属ハロゲン化物を封入しない構造であってもよい。即ち、この第2の実施例のアークチューブでは、密閉ガラス球12内に主発光用金属ハロゲン化物および始動用希ガス（封入圧8〜20気圧）が封入されるとともに、アークチューブ本体11を取り囲む密閉空間に1気圧以下の不活性ガス（0.5気圧）が封入された構造となっている。

【0068】そして、密閉ガラス球12内に封入されている主発光用金属ハロゲン化物としては、前記した第1の実施例と同様NaIおよびScI<sub>3</sub>であるが、その総重量は0.1mgで第1の実施例（0.3mg）に比べて少なく、NaIとScI<sub>3</sub>の比率はNaI:ScI<sub>3</sub>=75:25重量%で、第1の実施例（NaI:ScI<sub>3</sub>=70:30重量%）に比べてNaIの割合が大きい（ScI<sub>3</sub>の割合が小さい）。また、始動用希ガスであるXeガスの封入圧は12気圧で、第1の実施例（10気圧）に比べて高い。

【0069】このように、密閉ガラス球12内に封入する主発光用金属ハロゲン化物（NaIとScI<sub>3</sub>）の封入量、比率および始動用希ガス（Xeガス）の封入圧を調整することで、第1の問題（管電圧の低下）、第2の問題（光束の立ち上がり）、第3の問題（光束の低下）、第4の問題（発光色）が改善されている。

【0070】さらに、その他は、前記第1の実施例のアークチューブと同一の構造であり、同一の符号を付すことでその重複した説明は省略するが、密閉ガラス球12内部が半径方向に狭められて、アークが生成される電極間領域を取り囲む密閉ガラス球12内周面の曲率が小さくなり、それだけアーク曲がり小さくアーク径も細くなって、アークの配光制御が容易となることで、第5の問題（アーク曲がり）も改善されている。

【0071】また、この第2の実施例のアークチューブにおいても、密閉ガラス球12の電極間中央部位置における内径D1（mm）に対する電極先端部位置における内径D2（mm）の比（D2/D1）が0.5〜1.1の範囲に設定されて、図2に示す関係、即ち、適正なアーク形状、放電の安定性、密閉ガラス球の失透回避および適正再点弧電圧を満足することが確認された。そして、この図2の実験に用いた第2の実施例の水銀フリー

アークチューブでは、管電圧42V、光束3200ルーメン、色度 $x0.395$ 、色度 $y0.400$ という、従来の水銀入りアークチューブに近い諸特性（管電圧、光束、色度）が得られた。

【0072】また、第1の実施例では、密閉ガラス球12内に主発光用金属ハロゲン化物、緩衝用金属ハロゲン化物および始動用希ガスが封入されているため、それぞれの封入量や比率や希ガスの封入圧を調整することで、得られる所望の特性の選択肢が広いのに対し、第2の実施例では、第1の実施例のように密閉ガラス球内に緩衝用金属ハロゲン化物を封入しないため、得られる所望の特性の選択肢が狭いが、それだけアークチューブを安価に提供できる。

【0073】

【発明の効果】以上の説明から明かなように、請求項1に係る放電ランプ装置用水銀フリーアークチューブによれば、主発光用金属ハロゲン化物を密閉ガラス球内に封入するとともに、密閉ガラス球内に封入する始動用希ガスの封入圧を高くするという非常に簡単な構成で、従来の水銀入りアークチューブに近い諸特性をもつ環境に優しい水銀フリーアークチューブを提供できる。

【0074】請求項2に係る放電ランプ装置用水銀フリーアークチューブによれば、水銀に代わる緩衝用金属ハロゲン化物を主発光用金属ハロゲン化物とともに密閉ガラス球内に封入するとともに、密閉ガラス球内に封入する始動用希ガスの封入圧を高くするという非常に簡単な構成で、従来の水銀入りアークチューブに近い諸特性をもつ環境に優しい水銀フリーアークチューブを提供できる。

【0075】請求項3によれば、密閉ガラス球の内周形状を所定の形状にすることで、適正なアーク形状、放電の安定性、密閉ガラス球の失透回避および適正再点弧電圧の全てを満足する水銀フリーアークチューブが得られる。

【0076】請求項4によれば、従来の水銀入りアークチューブとその形状寸法を変更することなく、あるいは密閉ガラス球をスリムにするだけで、従来の水銀入りアークチューブに近い諸特性をもつ水銀フリーアークチューブを製造できるので、それだけ製造コストが安価となる。

【0077】請求項5によれば、密閉ガラス球を取り囲む密閉空間（1気圧以下の不活性ガス層）の断熱作用により、従来の水銀入りアークチューブの諸特性により近い特性を持つ水銀フリーアークチューブが得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例である放電ランプ装置用水銀フリーアークチューブの縦断面図である。

【図2】密閉ガラス球の内径比D2/D1とアークの形状、放電の安定性、密閉ガラス球における失透現象および再点弧電圧との関係を示す図である。



【図3】本発明の第2の実施例である放電ランプ装置用  
水銀フリーアークチューブの縦断面図である。

【図4】従来の放電ランプ装置の縦断面図である。

【図5】密閉ガラス球内に主発光用金属ハロゲン化物  
(NaI及びScI<sub>3</sub>)を希ガスとともに封入した水銀  
を含まない水銀フリーアークチューブの分光特性図であ  
る。

【符号の説明】

10 アークチューブ  
11 アークチューブ本体

12 放電部である密閉ガラス球

15a, 15b 放電電極

18a, 18b リード線

20 円筒型シュラウドガラス

D1 電極間中央部位置における密閉ガラス球の内径

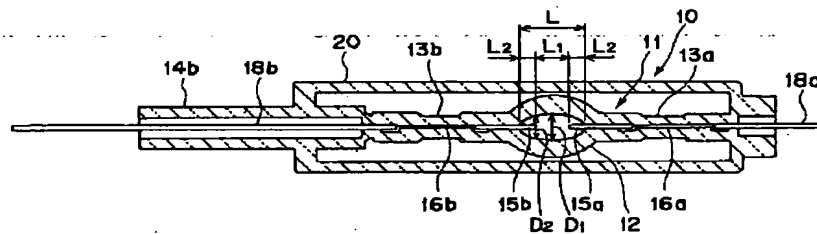
D2 電極先端部位置における密閉ガラス球の内径

L 密閉ガラス球内部の軸方向長さ

L1 電極間距離

L2 密閉ガラス球内への電極突出長さ

【図1】

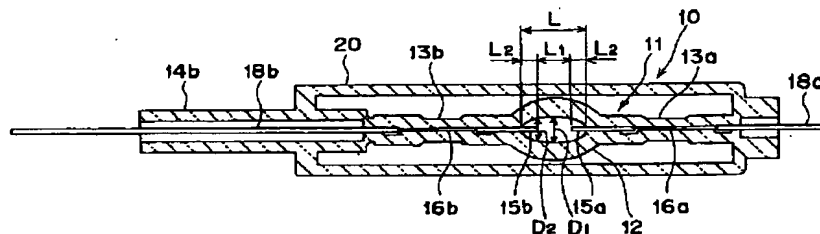


【図2】

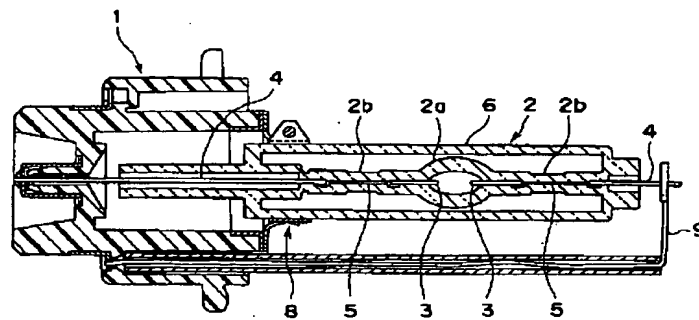
密閉ガラス球の内径比とアークチューブの特性との関係(各n=5)

D <sub>2</sub> /D <sub>1</sub>	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2
アーク形状	3/5	5/5	5/5	5/5	5/5	5/5	5/5	3/5	0/5
放電の安定性	Δ	○	○	○	○	○	○	Δ	×
発光管失速	1/5	4/5	5/5	5/5	5/5	5/5	5/5	4/5	4/5
両点駆動電圧	×	Δ	○	○	○	○	○	Δ	Δ
	1/5	3/5	5/5	5/5	5/5	5/5	5/5	5/5	5/5
	×	Δ	○	○	○	○	○	○	○

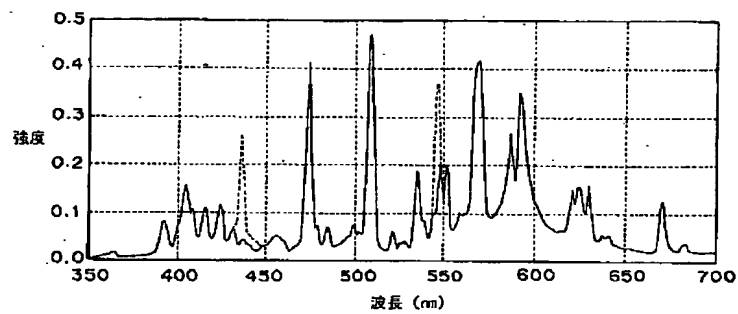
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 入澤 伸一  
静岡県清水市北脇500番地 株式会社小糸  
製作所静岡工場内

(72)発明者 福代 毅史  
静岡県清水市北脇500番地 株式会社小糸  
製作所静岡工場内

Fターム(参考) 5C015 PP05 PP07  
5C039 HH02 HH03 HH04  
5C043 AA20 CC03 CD05 DD39 EA01  
EC01